ГУАП

Кафедра №3



Отчёт

Защищён с оценкой

Преподаватель

| | | |
|---|---|---|
| | | И.П. Кректунова |
| должность, уч. степень, звание | подпись, дата | инициалы, фамилия |

Отчёт о лабораторной работе №3.

Определение горизонтальной составляющей напряжённости магнитного поля Земли.

по курсу: ОБЩАЯ ФИЗИКА.

Работу выполнила студентка [redacted]

Санкт-Петербург

2018

ГУАП

Кафедра №3

Лабораторная работа №3

Определение горизонтальной составляющей напряжённости магнитного поля Земли

Протокол измерений

Студент группы [redacted] [redacted]

Преподаватель Кректунова И.Л.

Параметры приборов

| Название прибора | Предел измерений | Цена деления | Класс точности | Система погреш. |
|---|---|---|---|---|
| Тангенсгальванометр | 300° | 1° | — | 1° |
| Миллиамперметр | 200 мА | 5 мА | 1 | 2 мА |
| Вольтметр | 15 В | 0,5 В | 2,5 | 0,375 В |

Результаты измерений

| I, мА | $\alpha$ | $\alpha'$ | $\alpha_{ср}$ | $H_г$, А/м |
|---|---|---|---|---|
| 10 мА | 5° | 5° | 5° | 10,34 |
| 40 | 18° | 21° | 19,5° | 10,17 |
| 60 | 24° | 24° | 24° | 12,13 |

$R = 20$ см, $N = 36$ витков, $\nu = 50$ перекл./сек, $U = 12$ В

$K = 4,5 \cdot 10^{-11}$ 1/м (пост. фст.)

$\alpha = 6°$; $\alpha' = 4°$; $\alpha_{ср} = 5°$



Дата 03.09.18

Подпись преподавателя

Подпись студента [redacted]

1. Цель работы:

- определить с помощью тангенс-гальванометра горизонтальную составляющую напряжённости магнитного поля Земли, электрическую постоянную системы СИ и скорость распространения электромагнитных волн в вакууме.

2. Описание лабораторной установки:

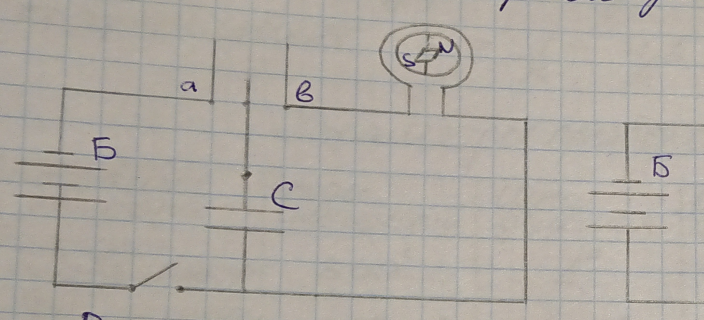



Рис. 2.1 Схема установки для определения электрической постоянной системы СИ.

Б
R
мА

Рис. 2.2 Схема установки для определения горизонтальной составляющей напряжённости магнитного поля Земли.

Электрическая схема установки для определения горизонтальной составляющей напряжённости магнитного поля Земли приведена на рис. 2.2. Сила тока $I$ через тангенс-гальванометр устанавливается с помощью реостата $R$ и контролируется миллиамперметром мА. Число витков в катушке тангенс-гальванометра $N = 36$, радиус каждого витка $R = 0,2$ м.

Для определения электрической постоянной системы СИ собирают схему, изображённую на рис. 2.1. В качестве переключателя а-в используется реле, обмотка которого включается в сеть. При этом частота переключений равна частоте переменного напряжения в сети ($\nu = 50$ Гц). Конденсатор С имеет следующие параметры: относительная диэлектрическая проницаемость воздушного зазора между обкладками $\varepsilon \approx 1$, коэффициент $k' = \frac{1}{k} = 4,5 \cdot 10^{-7} \frac{1}{м}$.

Параметры приборов

Таблица 2.1

| Название прибора | Предел измерений | Цена деления | Класс точности | Систематическая погрешность |
|---|---|---|---|---|
| Тангенс-гальванометр | 360° | 1° | — | 1° |
| Миллиамперметр | 200 мА | 5 мА | 1 | 2 мА |
| Вольтметр | 15 В | 0,5 В | 2,5 | 0,375 В |

## 3. Рабочие формулы

Среднее значение угла отклонения магнитной стрелки:

$$\alpha_{ср} = \frac{\alpha + \alpha'}{2}, \quad (3.1)$$

где $\alpha$ - угол отклонения магнитной стрелки; $\alpha'$ - угол отклонения магнитной стрелки при противоположном направлении тока.

Горизонтальная составляющая напряжённости магнитного поле Земли

$$H_г = \frac{IN}{2R\,tg\alpha} \qquad (3.2)$$

где $I$ - сила тока в круговой катушке, $N$-число витков в ней, $R$- радиус каждого витка.

Среднее значение горизонтальной составляющей напряжённости магнитного поле земли:

$$H_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} H_{г_i}}{n}, \qquad (3.3)$$

где $n$ - число измерений.

Электрическая постоянная системы СИ:

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{k} \cdot \frac{2R H_г\, tg\alpha}{N \nu \varepsilon U}, \qquad (3.4)$$

где $\nu$ - число переключений в секунду переключателя a-в; $\varepsilon$ - относительная диэлектрическая проницаемость; $U$ - напряжение, до которого заряжается конденсатор; $k$ - коэффициент пропорциональности.

Скорость распространения электромагнитных волн в вакууме:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}, \qquad (3.5)$$

где $\mu_0 = 4\pi\,10^{-7}$ Гн/м - магнитная постоянная системы СИ.

# 4. Результаты измерений и вычислений.




ОТВЕТЫ --->>СКАЧАТЬ https://archive.org/details/@guap4736_vkclub152685050

Имя

- Индивидуальное задание
- ЛР исследование гистерезиса ферромагнитных материалов
- ЛР определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля зе...
- ЛР определение удельного заряда электрона
- ЛР определение электроемкости конденсатора
- ЛР процессы установления тока при разрядке и зарядке конденсаторов
- Методички
- тест LMS 1
- Экзамен
- Бипризма Френеля 1
- Кольца Ньютона 1
- КОНТАКТЫ
- Литвинова Надежда Николаевна
- ЛР исследование магнитного поля соленоида
- ЛР кольца Ньютона
- ЛР Проверка законов теплового излучения
- Определение горизонтальнойсоставляющей напряженности магнитного поля земли 1
- Определение горизонтальнойсоставляющей напряженности магнитного поля земли 2
- Определение горизонтальнойсоставляющей напряженности магнитного поля земли 3
- Определение горизонтальнойсоставляющей напряженности магнитного поля земли 4
- Определение периода релаксационных колебаний при помощи электронного осцил...
- Определение периода релаксационных колебаний при помощи электронного осцил...
- Определение электроемкости конденсатора с помощью баллистического гальваном...
- Определение электроемкости конденсатора с помощью баллистического гальваном...

ОТВЕТЫ -->>СКАЧАТЬ https://yadi.sk/d/PgjdK_eMGWoIJQ

**Лабораторная работа № 3**

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ

*Цель работы:* Определить с помощью тангенс-гальванометра горизонтальную составляющую напряженности магнитного поля Земли, электрическую постоянную системы СИ и скорость распространения электромагнитных волн в вакууме.

## Теоретические сведения

Направление линий напряженности магнитного поля можно определить с помощью *магнитного диполя*.

В качестве магнитного диполя может быть *виток с током*. Если виток может свободно поворачиваться вокруг закрепленной вертикальной оси, то в магнитном поле виток установится так, что нормаль к нему укажет направление горизонтальной составляющей вектора напряженности поля. Если отклонить виток в сторону от направления поля, то возникнет момент сил, стремящийся вернуть виток в исходное положение.

*Магнитная стрелка* также является магнитным диполем. Размещенная на вертикальной оси свободная стрелка устанавливается в положении устойчивого равновесия вдоль горизонтального направления магнитного поля.

Если горизонтально расположенную магнитную стрелку, способную свободно вращаться вокруг вертикальной оси, поместить в центре вертикальной круговой катушки с током (такой прибор называется тангенс-гальванометром), то на стрелку будет действовать магнитное поле Земли и магнитное поле тока.

Вектор горизонтальной составляющей магнитного поля **H** в этом случае

$$\mathbf{H} = \mathbf{H}_г + \mathbf{H}_1, \tag{1}$$

где $\mathbf{H}_г$ – вектор горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли, $\mathbf{H}_1$ – вектор напряженности магнитного поля тока.

Пусть плоскость катушки совпадает с плоскостью магнитного меридиана, тогда векторы $\mathbf{H}_г$ и $\mathbf{H}_1$ будут взаимно перпендикулярны

в центре катушки, а тангенс угла α, на который отклонится стрелка при включении тока:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{H_1}{H_г}. \tag{2}$$

На рис. 1 изображена суперпозиция магнитных полей.

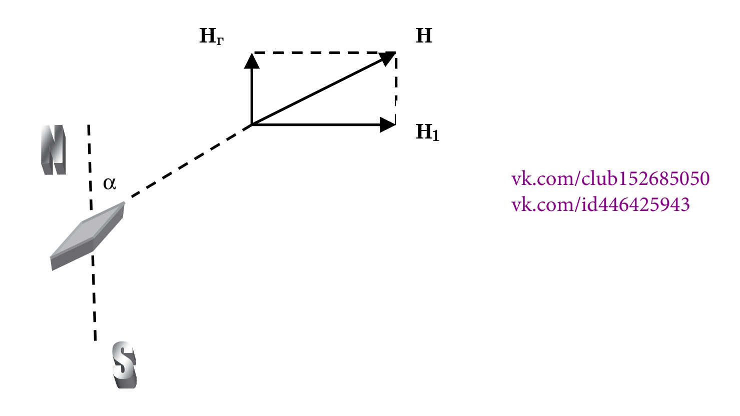




*Рис. 1*

В центре круговой катушки с током напряженность $H_1$ магнитного поля определяется по формуле

$$H_1 = \frac{IN}{2R}, \tag{3}$$

где $I$ – сила тока в круговой катушке; $N$ – число витков в ней; $R$ – радиус каждого витка.

Из (2) и (3) можно определить горизонтальную составляющую напряженности магнитного поля Земли

$$H_г = \frac{IN}{2R\operatorname{tg}\alpha}, \tag{4}$$

а также силу тока в катушке

$$I = \frac{2RH_г\operatorname{tg}\alpha}{N}. \tag{5}$$

Таким образом, величина тока изменяется пропорционально тангенсу угла отклонения магнитной стрелки, поэтому рассматриваемый прибор и называется тангенс-гальванометром.

Электроемкость конденсатора $C$ пропорциональна диэлектрической проницаемости вещества, заполняющего пространство между обкладками. Поэтому можно записать

$$C = K\varepsilon\varepsilon_0, \tag{6}$$

где $\varepsilon_0$– электрическая постоянная системы СИ; $\varepsilon$ – относительная диэлектрическая проницаемость; $K$ – коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от формы и размеров обкладок конденсатора и расстояния между ними.

Электрическую постоянную системы СИ можно определить, пользуясь тангенс-гальванометром. Для этого собирают электрическую схему, включающую источник питания Б, конденсатор С, тангенс-гальванометр Г, электромагнитный переключатель $a$–$b$ (рис. 2).

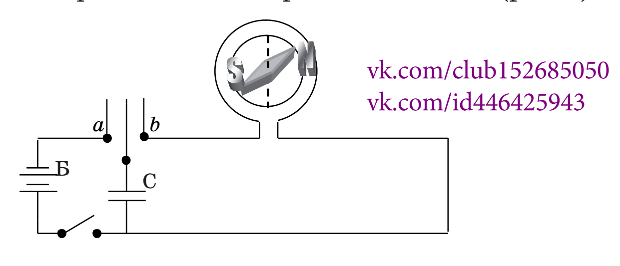



*Рис. 2*

В положении переключателя $a$ конденсатор заряжается до напряжения $U$, при этом на пластинах конденсатора скапливается заряд

$$q = CU = K\varepsilon\varepsilon_0 U. \tag{7}$$

В положении переключателя $b$ конденсатор разряжается через тангенс-гальванометр. Сила тока, протекающего через тангенс-гальванометр:

$$I = \nu q = K\nu\varepsilon\varepsilon_0 U, \tag{8}$$

где $\nu$ – число переключений в секунду переключателя $a$–$b$.

На основании формул (5) и (8) определяется электрическая постоянная системы СИ

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{K}\cdot\frac{2RH_\text{г}\operatorname{tg}\alpha}{N\nu\varepsilon U}. \tag{9}$$

Определив $\varepsilon_0$, найдем электродинамическую постоянную $c$, численно равную скорости распространения электромагнитных волн в вакууме:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}, \qquad (10)$$

где $\mu_0 = 4\pi\ 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная системы СИ.

## Описание лабораторной установки

Электрическая схема установки для определения горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли приведена на рис. 3. Сила тока $I$ через тангенс-гальванометр устанавливается с помощью реостата $R$ и контролируется миллиамперметром мА. Число витков в катушке тангенс-гальванометра $N = 36$, радиус каждого витка $R = 0{,}2$ м.

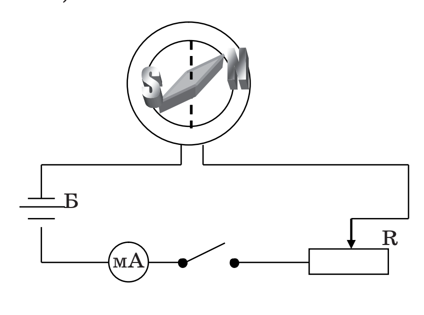



*Рис. 3*

Для определения электрической постоянной системы СИ собирают схему, изображенную на рис. 2. В качестве переключателя *a-b* используется реле, обмотка которого включается в сеть. При этом частота переключений равна частоте переменного напряжения в сети ($\nu = 50$ Гц). Конденсатор С имеет следующие параметры: относительная диэлектрическая проницаемость воздушного зазора между обкладками $\varepsilon \approx 1$, коэффициент $K' = 1/K = 4{,}5 \cdot 10^{-7}$ 1/м.

## Порядок выполнения прямых измерений

Установить тангенс-гальванометр так, чтобы магнитная стрелка была в плоскости кольца.

*Задание 1.* Схема на рис. 3.

Включить установку.

При помощи реостата $R$ установить ток $I$, при котором магнитная стрелка отклонится на угол 30–40°. Измерить силу тока $I$ и угол от-

клонения стрелки $\alpha$. Не меняя величины тока $I$, изменить его направление и измерить угол отклонения стрелки $\alpha'$.

Опыт повторить несколько раз при различных значениях тока $I$.

Результаты измерений записать в табл. 1.

*Таблица 1*

| $I$, А | $\alpha$ | $\alpha'$ | $\alpha_{ср}$ | $\mathbf{H}_г$, А/м |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

*Задание 2*. Схема на рис. 2.

Включить установку и реле.

На источнике питания установить напряжение $U$ и измерить его (рекомендуется $U = 12$В). Измерить угол отклонения стрелки $\alpha_1$. Изменив направление тока, измерить угол отклонения стрелки $\alpha'_1$.

### Обработка результатов измерений

*Задание 1*.

Вычислить средние значения (по абсолютной величине) $\alpha_{ср}$ угла отклонения магнитной стрелки при различных значениях тока $I$ и занести в табл. 1.

По формуле (4) вычислить горизонтальную составляющую $H_г$ напряженности магнитного поля Земли при различных значениях тока $I$. Результаты записать в табл. 1 и вычислить среднее значение $H_{гср}$.

*Задание 2*.

Вычислить среднее значение (по абсолютной величине) $\alpha_{1ср}$ угла отклонения магнитной стрелки.

По формулам (9) и (10) вычислить электрическую постоянную $\varepsilon_0$ и скорость $c$ распространения электромагнитных волн в вакууме (значение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли $H_г$ определено в предыдущем задании).

Оценить погрешности окончательных результатов.

**Контрольные вопросы**

1. Каково устройство и принцип работы тангенс-гальванометра?
2. Как охарактеризовать магнитное поле, создаваемое круговым током?
3. Дайте определения магнитной индукции и напряженности магнитного поля. В каких единицах измеряются эти величины?
4. Как вывести формулу для вычисления напряженности горизонтальной составляющей магнитного поля Земли?
5. Как получается расчетная формула для определения электрической постоянной системы СИ?